

Петрова М.В., Ждахин И.Л.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ И ИХ АНАЛИЗ В ПАКЕТЕ MATLAB – SIMULINK

mysyatarusya@gmail.com

*ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»
г. Екатеринбург*



Средствами пакетов Matlab/Simulink и Universal Mechanism построена мехатронная модель электродвигателя с нагрузкой. Модель позволяет изучать различные системы управления двигателем.

Using Matlab/Simulink and Universal Mechanism packages a mechatronic model of electric motor was created. This model can be used for analyzing of different systems for motor control.

Мехатроника – научно-техническое направление, соединяющее в себе новые научные подходы, опирающиеся на современные компьютерные технологии и новые технологии в проектировании технических устройств. В настоящее время мехатронные устройства широко используются в медицине, в компьютерной технике (приводы дисков, принтеры, сканеры), в автомобилях (тормозные системы, системы управления двигателем и т.д.), в роботах и манипуляторах, в аудио- и видеотехнике. Функциональная схема мехатронной системы обычно включает две подсистемы – механическую и информационную. Объекты управления мехатронных систем, как правило, имеют переменные параметры. Часто не удается создать математическую модель объекта управления на основе физических закономерностей его работы. В этом случае прибегают к моделированию объекта и системы управления.

Программный пакет Universal Mechanism – один из комплексов, предназначенных для построения моделей механических объектов и автоматизации процесса их исследования. Механические объекты могут быть представлены системой абсолютно твердых или упругих тел, связанных посредством кинематических и силовых элементов. Описание сложных механических систем с большим числом степеней свободы и анализ описывающих их дифференциальных уравнений в пакете универсальный механизм полностью автоматизированы. Практически отсутствуют ограничения на число тел в системе. Для анимационного представления движения используются методы компьютерной графики.

В настоящей работе создается модель для изучения системы управления двигателем постоянного тока. В пакете Universal Mechanism создана нагрузка – вал с заданной массой и механическим моментом. В пакете Matlab/Simulink – модель электродвигателя постоянного тока и система управления им. Будут построены графики силы тока, напряжения и электромагнитного момента на двигателе, а также график угловой скорости вала.

Модель нагрузки, представленная на рис. 1, состоит из вала, момент инерции которого относительно оси вращения равен J_0 . Вал соединен вращательным шарниром с базой и имеет одну вращательную степень свободы. На вал действует активный момент M_a со стороны двигателя и момент сил сопротивления M_c .

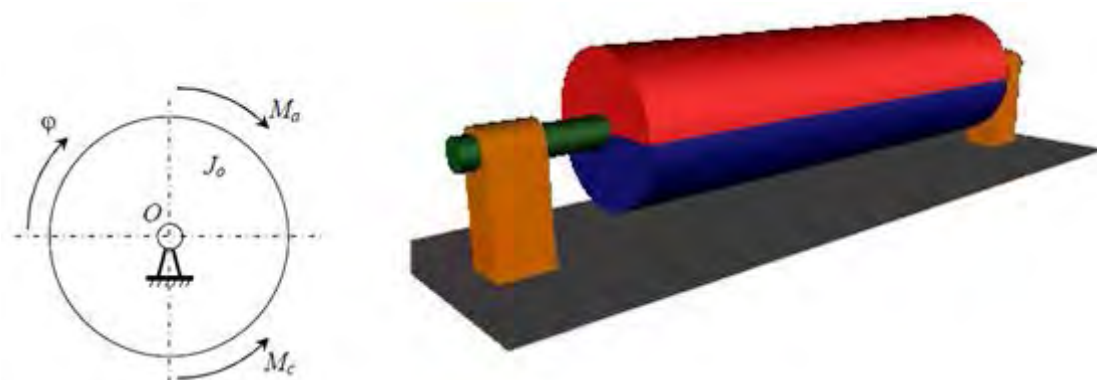


Рис. 1 Общий вид модели, построенной в Universal Mechanism

Момент сил сопротивления вводится как функция времени, в виде ступенчатой нагрузки, включаемой в моменты времени t_1 и t_2 , с значениями c_1 и c_2 (табл. 1).

Таблица 1

Параметры механической модели

Ma	driving_torque	Активный электромагнитный момент	
Mc		Момент сил сопротивления	F(t)
Jo	Iy	Момент инерции вала относительно оси вращения	0,1 кг·м ²
t1	t1	Момент времени t1,	5 с
t2	t2	Момент времени t2	8 с
C1	C1	Величина момента сил сопротивления, начиная с $t = t_1$	5 Н·м
C2	C2	Величина момента сил сопротивления, начиная с $t = t_2$	10 Н·м

Для связи модели механической системы с системой управления необходимо на этапе описания модели предусмотреть силы или моменты, прикладываемые со стороны системы управления. В модели добавлен **Driving torque** (движущий момент) (см. табл. 1). Он задан параметром **Ma**, который будет связан с электромагнитным моментом, вычисляемым в модели Matlab/Simulink. Для того чтобы при моделировании учесть величины тока и напряжения на двигателе, в модель введены два параметра: **I** (ток якоря) и **U** (напряжение цепи якоря).

Для данного примера выберем двигатель постоянного тока с независимым возбуждением и постоянным магнитным потоком. Данные для данного типа двигателя приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры двигателя

Мощность, кВт	3,6
---------------	-----

Напряжение, В	220
Номинальная частота вращения, об/мин	3000
Максимальная частота вращения, об/мин	4000
Сопротивление обмотки при 15°C, Ом	
якоря	0,42
добавочных полюсов	0,356
возбуждения	129
Индуктивность цепи якоря, мГн	4,8

Двигатель включается при помощи двухступенчатого пускового реостата. Первая ступень сопротивлением 2,5 Ом выключается через 1,2 с после включения двигателя. Вторая ступень, сопротивлением 2,035 Ом выключается через 2,5 с.

Модель двигателя постоянного тока в Matlab/Simulink представлена на рис. 2.

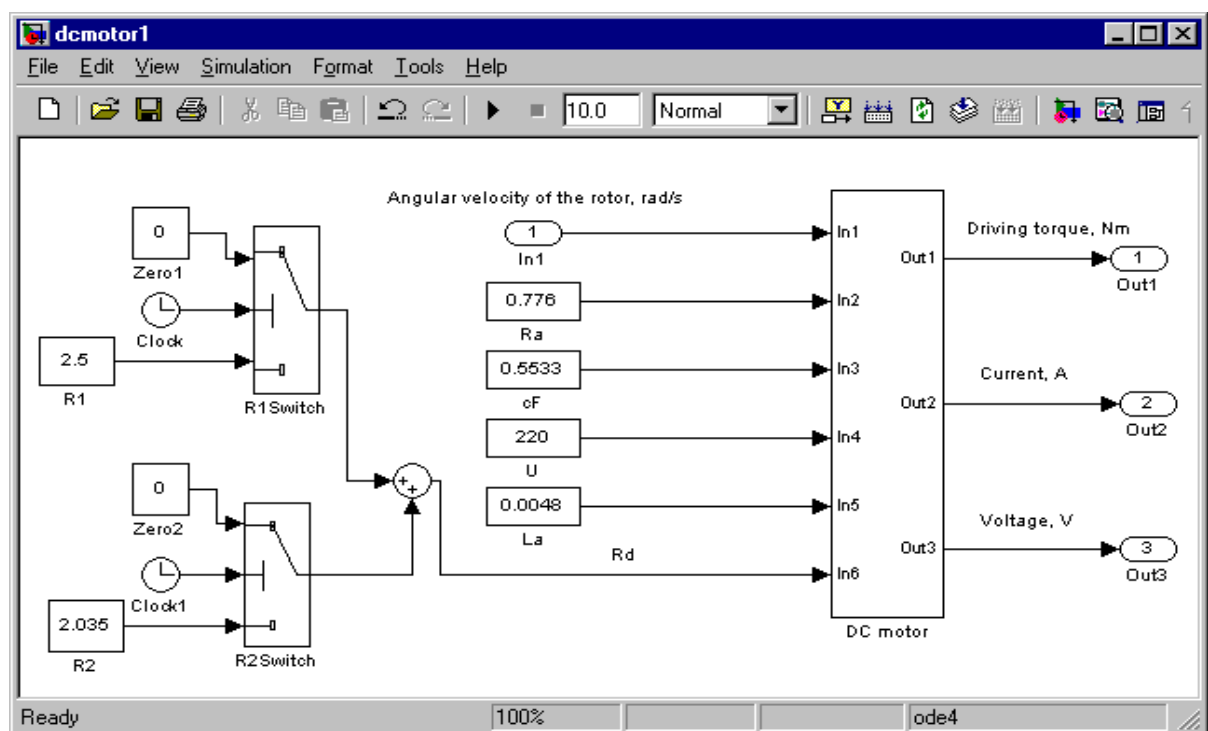


Рис. 2 Модель двигателя в Matlab/Simulink

Модель двигателя имеет один вход – угловую скорость ротора (рад/с) и три выхода: (1) электромагнитный момент, (2) ток якоря и (3) напряжение цепи якоря. Пользуясь возможностями Matlab, выполним компиляцию *.mdl файла, содержащего модель двигателя, в библиотечный файл. Затем в программе моделирования UM Simulation выберем пункт меню **Инструменты / Интерфейс с внешними библиотеками**. В поле **Путь к внешней библиотеке** выберем созданный файл *.dll. **Мастер связи** загрузит указанную модель, установит число входных и выходных величин модели двигателя, а также число параметров модели и переменных состояния. В данном случае на вход системы управления мы подадим угол поворота вала, первый выход назначим параметру **Ma**, второй и третий – параметрам **I** и **U**, соответственно.

В меню **Инструменты** создадим одно анимационное окно и три графических окна. Назначим окнам переменные M_a , I , U . Выполним моделирование объекта. Наблюдаем движение вала и построение графиков выходных величин, как на рис. 3.

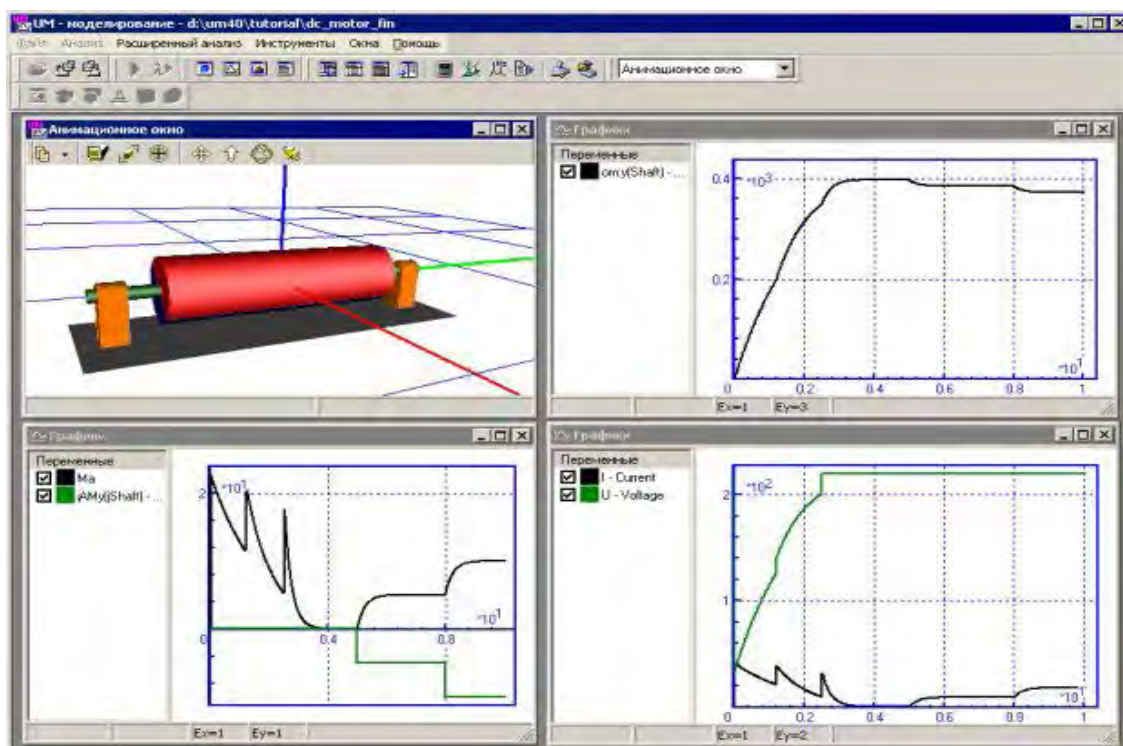


Рис. 3. Результаты моделирования

На графике электромагнитного момента и тока видны скачки, соответствующие выключению ступеней реостата. До номинальной угловой скорости вал разгоняется за 4 с, после чего электромагнитный момент становится равным нулю. В момент времени 5 с происходит ступенчатое увеличение момента сил сопротивления. Вслед за внешним моментом сил сопротивления электромагнитный момент примерно за одну секунду выходит на новое установившееся значение. Увеличение нагрузки сопровождается увеличением электромагнитного момента, тока якоря и снижением угловой скорости вала.

Модель может быть использована для анализа различных систем управления, созданных в Matlab/Simulink.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Универсальный механизм – программное обеспечение для моделирования динамики механических систем. – Режим доступа: <http://www.umlabor.ru>.
2. Лазарев, Ю. Моделирование процессов и систем в Matlab. Учебный курс / Ю. Лазарев. – СПб. : Питер; 2005, – 512 с.